

MENINGKATKAN CBR DAN MEMPERKECIL SWELLING TANAH SUB GRADE DENGAN METODE STABILISASI TANAH DAN KAPUR

Warsiti

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prop. Soedarto, SH Tembalang Semarang
sipil.polines@yahoo.co.id

Abstract

The condition of Sendang Mulyo road is not good and always be damaged even though the coating of road surface has been carried out. This is due to the fact that road internodes of Sendang Mulyo locates on the clay, so that it may causes instability of base soil causing structure destruction of coarsening layer on it. In order to solve the problem, the base soil should be repaired/destabilized. In this research, the writer conducted soil stabilization by adding lime from Purwodadi. The aim of the research is to find out the lime percentage, so that CBR and max dry density will be obtained, to find out the effect of lime adding with Swelling (kembang susut) and California Bearing Ratio (CBR). The testing was performed at the laboratory with lime percentage of 0%, 5%, 8%, 10%, 12%. The testing data includes: physical characteristics (specific gravity, Plasticity Index, decrease limit, grain pass from the filter no.200)., mechanical characteristics (optimum water degree, maximum dry density, CBR, Swelling). Dry density increases from 1,485% to 1,64%, From data analysis, it was obtained the result that in lime percentage of 10% produces CBR scale experiencing maximum increase from 2,45% to 7,6%, swelling decreases from 5,127% to 1,331%. The effect of lime adding upon swelling may be written as follows $y = -0,0109X^2 - 0,2469X + 5,2528$, (y = swelling, x = lime percentage), the effect of lime adding with CBR is $y = -0,0766X^2 + 3,6352X + 2,3048$ (y = CBR, x = lime percentage).

Keywords : CBR, Lime, Swelling, Stabilization

PENDAHULUAN

Salah satu kekuatan atau kekokohan suatu konstruksi ditentukan oleh kualitas bahan dasar yang dipergunakan. Seperti pada suatu konstruksi jalan, kualitas tanah asli sebagai bahan dasar (subgrade) juga sangat menentukan kekuatan jalan. Jika tanah asli mempunyai daya dukung (kepadatan kering, CBR) rendah, maka konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan. Kondisi jalan di daerah Sendang Mulyo juga mengalami hal yang sama, yaitu cepat mengalami kerusakan meskipun sering dilakukan perbaikan pada permukaan (lap surfase).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu cara atau metode yang dipergunakan adalah memperbaiki kualitas tanah asli (stabilisasi). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Andrews dan Oflaherty (Satrio, 1998),

menunjukkan bahwa kapur lebih efektif sebagai bahan stabilisator tanah dari pada semen, dan dapat dipakai untuk berbagai jenis tanah. Suryolelono (1999) menyatakan penambahan abu sekam padi dan kapur juga meningkatkan sudut gesek dalam tanah. Stabilisasi dengan kapur dan posolan cocok untuk tanah kohesif (Soedarmo dan Purnomo, 1997 dalam Wiqoyah, 2002). Penelitian yang pernah dilakukan adalah stabilisasi tanah Sendang Mulyo dengan kapur Purwodadi, tetapi yang ditinjau baru kerapatan kering (γ_d) saja. Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah tanah Sendang Mulyo termasuk jenis tanah lempung dan mempunyai kepadatan kering (γ_d) maksimum 1,483964 t/m³, hasil penelitian stabilisasi tanah dengan kapur adalah kepadatan kering (γ_d) maksimum 1,633448 (t/m³), pada persentase kapur optimum = 10,80769 (%) dan dengan kadar air = 19 (%) (Warsiti, 1998).

Dari permasalahan tersebut mendorong peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh stabilisasi tanah dengan kapur terhadap besarnya *California Bearing Ratio* (*CBR*) dan *swelling* (muai dan susut). Tanah lempung mempunyai sifat-sifat yang tidak menguntungkan, seperti *Bearing Ratio* (*CBR*) rendah, kembang susut (*swelling*) tinggi sehingga apabila dipergunakan untuk tanah dasar (subgrade) jalan akan menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal hasilnya (cepat rusak). Untuk itu, jika akan dipergunakan suatu konstruksi sebaik nilai *Bearing Ratio* dinaikkan agar mampu menahan beban di atasnya, kembang susut (*swelling*) diturunkan agar volume tanah stabil bila kena hujan tidak mengembang sebaliknya bila musim kemarau tidak menyusut terlalu tinggi sehingga retak-retak pada jalan bisa dikurangi atau dihilangkan.

Kriteria yang dipakai untuk menilai memuaskan atau tidaknya stabilisasi, didasarkan faktor kekuatan dengan menggunakan parameter kepadatan kering maksimum (γ_d) dan CBR, *swelling*. CBR merupakan ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu dibandingkan dengan beban standard pada batu pecah. Dengan demikian, besaran CBR adalah persentase atau perbandingan daya dukung tanah yang diteliti dan daya dukung batu pecah standar pada nilai penetrasi yang sama (0,1 inch dan 0,2 inch). CBR laboratorium diukur dalam dua kondisi, yaitu kondisi tidak terendam disebut CBR *Unsoaked* dan kondisi terendam atau disebut CBR *soaked*. Pada umumnya CBR *soaked* lebih rendah dari CBR *Unsoaked*. Namun demikian kondisi *soaked* adalah kondisi yang sering dialami di lapangan, sehingga di dalam perhitungan konstruksi bangunan, harga CBR *soaked* yang dipergunakan sebagai dasar perhitungan karena dalam kenyataannya air selalu mempengaruhi konstruksi bangunan.

Potensi pengembangan tanah dengan berbagai nilai indeks plastisitas (IP) dapat dilihat dalam Tabel 1. Ada dua alasan lempung lebih diperhatikan. Pertama, cukup banyak masalah

tanah dalam praktik perekayasaan dan salah satunya masalah lempung. Yang kedua, kapur hanya efektif sebagai bahan stabilisasi pada tanah yang mengandung lempung cukup banyak.

Tabel 1. Tentang Potensi Pengembangan Berbagai Nilai Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (PI)	Potensi Pengembangan
0 – 15	Rendah
10 – 20	Sedang
20 – 35	Tinggi
> 35	Sangat tinggi

Sumber : Chen, 1975 (dalam Lashari, 2000)

Tujuan penelitian adalah menjelaskan pengaruh penambahan kapur ke dalam tanah terhadap peningkatan CBR (daya dukung tanah), *swelling*, dan mengetahui persentase kapur optimum sehingga diperoleh CBR maksimum dan *swelling* minimum.

METODE PENELITIAN

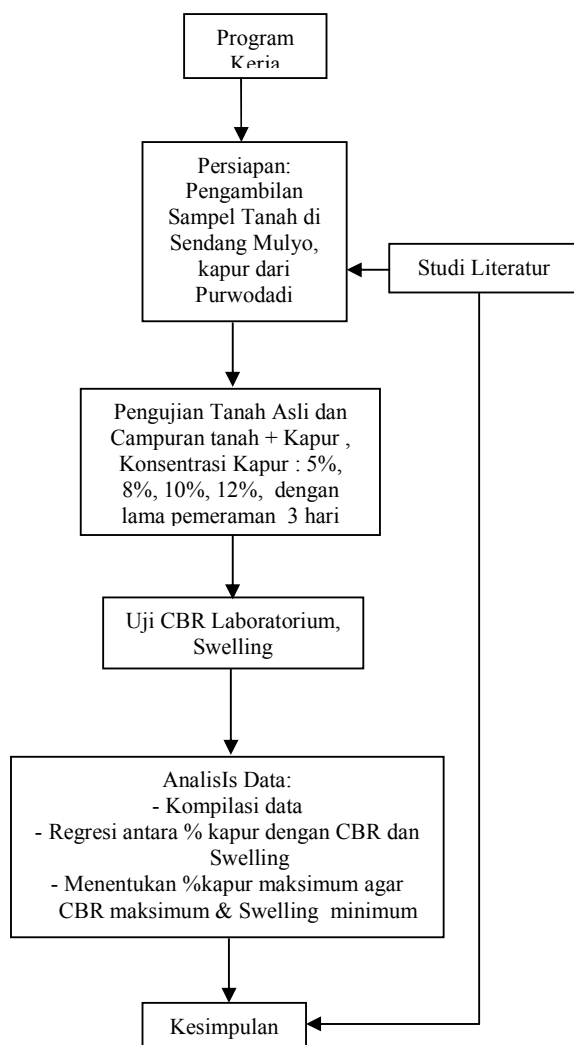
Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan, yaitu a) tahapan pendahuluan, dalam hal ini meliputi mempersiapkan material yang akan dipergunakan seperti pengambilan sampel tanah Sendang Mulyo dan kapur dari Purwodadi, b) dilanjutkan studi literatur, seperti mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang menunjang tentang stabilisasi tanah, metode-metode memperbaiki tanah, prosedur pengujian, dan teknik analisis data, c) pengujian laboratorium dimulai dari mempersiapkan bahan uji menimbang persentase kapur, mencampur tanah dengan masing-masing persentase kapur, kemudian dimasukkan ke dalam plastis dan diperam selama tiga hari, pengujian CBR dan *Swelling* untuk masing-masing persentase kapur sebanyak lima pengujian (Tabel 2).

Tabel 2. Matrik Data

% kapur	CBR				
0%	X ₀₁	X ₀₂	X ₀₃	X ₀₄	X ₀₅
5%	X ₁₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅
8%	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅
10%	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃	X ₄₄	X ₄₅
12%	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃	X ₅₄	X ₅₅

Begitu juga untuk data swelling, jumlahnya sama, yaitu 25 buah.

Prosedur berikutnya adalah analisis data. Analisis ini meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara persentase kapur dan besarnya CBR, regresi hubungan antara persentase kapur dan besarnya *swelling*, menghitung besarnya persentase kapur optimum agar diperoleh CBR maksimum dan *swelling* minimum dari regresi yang terbentuk. Untuk lebih jelas metode penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1. Diagram alur penelitian.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Dalam menganalisis data dilakukan tahapan sebagai berikut, yaitu a) melakukan kompilasi data yaitu mengelompokkan data ke dalam masing-masing kelompok sesuai dengan persentase kapur yang dipergunakan, b) menentukan nilai rata-rata hasil uji CBR dan *swelling* dari masing-masing persentase kapur, c) menentukan regresi hubungan antara persentase kapur dan CBR dan menentukan persamaan regresinya, d) menentukan regresi antara persentase kapur dan *swelling*, e) menguji korelasi antara persentase kapur dengan CBR dan *Swelling*, dan menentukan persentase optimum agar diperoleh CBR maksimum dan *swelling* minimum berdasarkan regresi yang diperoleh.

HASIL

Hasil Pengujian Tanah Asli

Pengujian laboratorium mengenai karakteristik fisik tanah asli meliputi berat jenis, batas-batas *Atterberg* (batas cair, batas plastis, plasticity index, batasan susut) dan analisis distribusi butiran dengan hasil seperti pada Tabel 3. Pengujian sifat mekanis, yaitu kepadatan, CBR, dan nilai kembang susut (*swelling*) dilakukan dengan metode pemadatan *Standard Proctor*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil percobaan laboratorium.

Tabel 3. Karakteristik Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan	Hasil
Berat jenis (t/m^3)	2,49
Batas cair (LL)	57,95%
Batas plastis (PL)	24,48%
Batas susut (SL)	18,82%
Plasticity index (PI)	33,47%
Lempung (lolos saringan no.200)	60,75%

Dari hasil pengujian fisik di atas dapat dikatakan bahwa jika tanah dengan $LL = 40-60\%$, $PI = 25-41\%$ menurut Chen (1975) tanah tersebut tergolong tingkat pengembangan tinggi sehingga berdasarkan pendapat tersebut maka tanah asli dapat dikatakan tanah lempung yang mempunyai tingkat pengembangan tinggi.

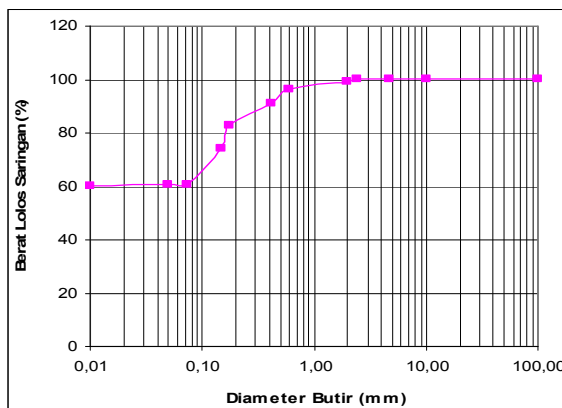
Tabel 4. Karakteristik mekanis tanah asli

Pemeriksaan	Standard Proctor
Kadar air optimum (OMC)	24 %
Kepadatan kering max	1,485 t/m ³
CBR <i>unsoaked</i> (%)	11.8
CBR <i>soaked</i> (%)	2.45
Derajat kejenuhan (%)	97.97
Swelling Potensial (%)	5,127

Untuk pengujian analisa distribusi butir dilakukan dengan percobaan analisis saringan dan percobaan analisis *hydrometer*. Hasil percobaan analisis saringan seperti terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 2, yang menunjukkan bahwa 60,75% butiran lolos saringan No.200.

Tabel 5. Hasil pengujian analisa saringan

Ukuran Saringan		Berat tertinggal	Jumlah tinggal	Jumlah tinggal	Lolos Saringan
Inc	mm	(gram)	(gram)	(%)	(%)
No		0	0	0	100
4	4.76	0	0	0	100
8	2.38				
10	2.00	1.71	1.71	0.86	99.15
20	0.59	5.73	7.44	3.72	96.28
40	0.42	10.53	17.97	8.99	91.02
80	0.177	16.18	34.15	17.08	82.93
100	0.149	17.72	51.87	25.94	74.07
200	0.074	26.64	78.51	39.26	60.75



Gambar 2. Grafik distribusi ukuran butiran

Hasil Pengujian Campuran Tanah Asli dengan Kapur

Pengujian dilakukan terhadap beberapa campuran tanah lempung dan bahan stabilisasi kapur dengan berbagai komposisi campuran (0 %, 5%, 8%, 10%, 12%). Pengujian tersebut meliputi pengujian sifat-sifat mekanis berupa pengujian pemadatan, CBR, *swelling*.

Hasil penelitian CBR dan *swelling* adalah sebagai berikut (Tabel 6- 9).

Tabel 6. Hasil Uji CBR *Unsoaked* dengan Berbagai Persentase Kapur

% Kapur	CBR unsoaked (%)					Rerata
0%	11.9	11.82	11.91	11.52	11.84	11.8
5%	13.27	14.02	12.93	13.26	13.03	13.3
8%	18.75	18.56	17.88	18.35	18.46	18.4
10%	22.63	21.97	21.82	22.35	21.72	22.1
12%	22.24	22.11	21.8	21.58	22.27	22

Tabel 7. Hasil uji CBR soaked dengan berbagai prosentase kapur

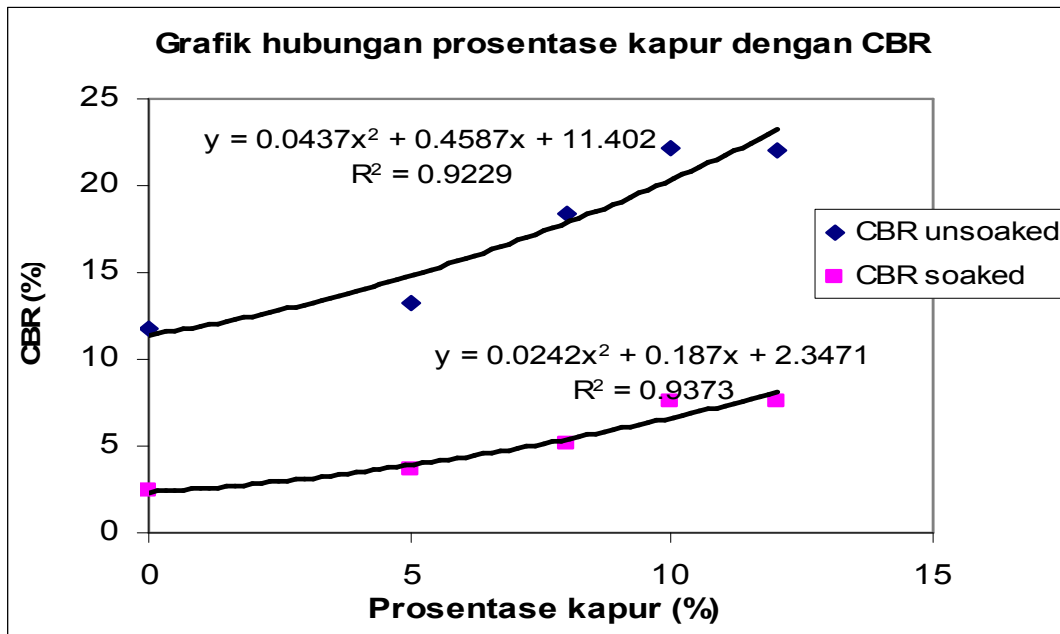
% Kapur	Swelling potensial (%)					Rerata
0%	5.035	5.201	5.057	5.206	5.136	5.127
5%	4.289	4.186	4.206	4.326	4.263	4.254
8%	2.238	2.305	2.243	2.245	2.204	2.247
10%	1.351	1.308	1.325	1.354	1.317	1.331
12%	1.028	1.134	0.982	1.006	0.975	1.025

Tabel 8. Uji Swelling dengan berbagai prosentase kapur

Jenis penelitian	Prosentase kapur					
	Kd air opt(%)	0 %	5 %	8 %	10 %	12 %
Kpdt kering mak		24.0	21.6	19.8	17.10	19.2
CBR unsoaked (%)		1,49	1,580	1,62	1,65	1,64
CBR soaked (%)		11,8	13.3	18.4	22.1	22
Kd air opt (%)		2,45	3.6	5.1	7.6	7.58
Swell potensial (%)		5,13	4,25	2,25	1,331	1,025

Regresi Variabel Bebas dan Takbebas

Dalam penelitian ini ditentukan variabel takbebas meliputi CBR, *swelling*, sedangkan variabel bebas adalah kadar kapur (% kapur).



Gambar 3. Grafik hubungan prosentase kapur dengan CBR

Regresi antara CBR dengan persentase kapur dalam campuran dapat dilihat dalam Gambar 3 diatas. Dari gambar di atas dapat dikatakan bahwa bentuk regresi yang dihasilkan sudah cukup sesuai/cocok karena R^2 yang didapat mendekati 1(satu). Persamaan antara CBR dan persentase kapur dalam campuran adalah sebagai berikut.

#. CBR dalam kondisi *unsoaked*

$$y = 0,0437 X^2 + 0.4587 X + 11,402$$

$R^2 = 0,9229$, dimana :

Y : CBR *unsoaked* (%)

X : prosentase kapur (%)

Dari hasil regresi yang diperoleh bahwa besarnya CBR maksimum meningkat terus dengan bertambahnya kadar kapur dalam campuran.

#. CBR dalam kondisi *soaked*

$$y = 0,0242 X^2 + 0, 187 X + 2,3471$$

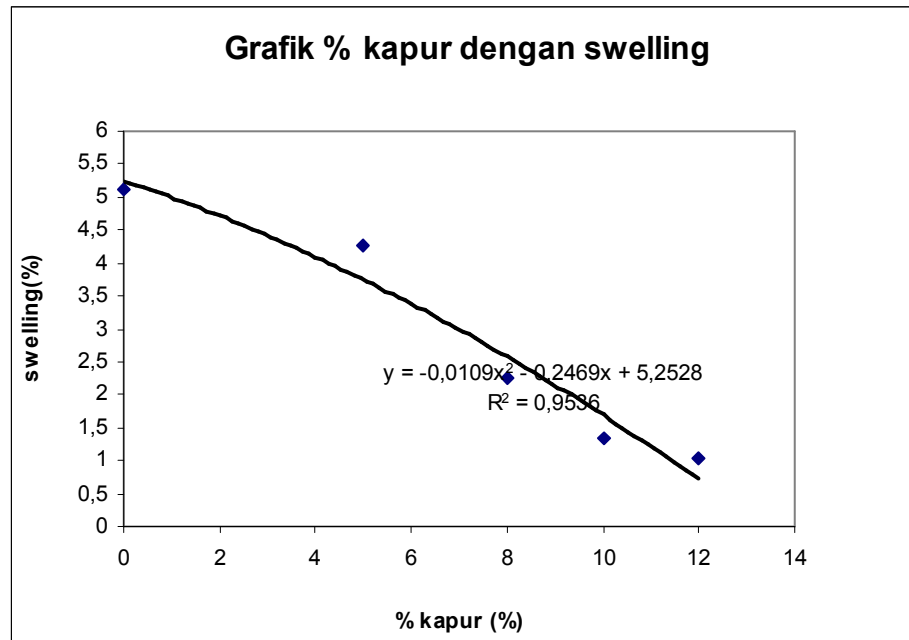
$R^2 = 0,9373$, di mana :

Y : CBR *soaked* (%)

X : persentase kapur (%)

Dari hasil regresi yang diperoleh bahwa besarnya CBR akan mengalami kenaikan dengan meningkatnya kadar kapur dalam campuran.

Hasil pengujian *swelling* menghasilkan penurunan *swelling* yang cukup tinggi. *Swelling* tanah asli sebesar 5,127 %, tetapi begitu tanah dicampur dengan kapur besar *swelling* mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase kapur. Penurunan yang terbesar terjadi pada persentase kapur sebesar 12 %, penurunan yang terjadi sebesar $= (5,127 - 1,025) / 5,127 * 100 \% = 80 \%$. Jadi, dapat disimpulkan dengan penambahan akan memperbaiki tanah asli karena memperkecil besarnya *swelling*. Yang berarti merubah dari tanah yang mempunyai *swelling* tinggi menjadi tanah yang mempunyai *swelling* rendah. Adapun regresi hubungan antara besarnya *swelling* dengan prosentase kapur dalam campuran dapat dilihat dalam Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan prosentase kapur dengan swelling

Regresi hubungan antara *swelling* dan persentase kapur adalah sebagai berikut.
 $y = -0,0109 X^2 - 0,2469 X + 5,2528$

$R^2 = 0,9536$, di mana :

Y : besarnya swelling (%)

X : persentase kapur (%)

Bentuk regresi yang dihasilkan sudah sesuai/baik hal ini dapat dilihat dari besarnya R^2 mendekati 1 (satu).

PEMBAHASAN

Pengujian Tanah Asli

Dari hasil pengujian sifat mekanis tanah asli yang meliputi kadar air optimum, kepadatan kering maksimum dan CBR maka dapat dikatakan tanah mempunyai daya dukung (CBR) rendah, yaitu 2,45 %. Syarat CBR tanah subgrade suatu konstruksi jalan adalah minimal 3 %. Dengan demikian, tanah tersebut tidak dapat dipergunakan untuk konstruksi sebagai lapisan subgrade karena $CBR < 3\%$.

Hasil pengujian *swelling* didapat tanah asli mempunyai *swelling* sebesar 5%, menurut Chen (1975) tanah yang mempunyai $swelling > 5\%$ tergolong tanah dengan *swelling* potensial tinggi.

Pengujian Campuran Tanah Asli dengan Kapur

Hasil pengujian CBR dengan metode standar terhadap tanah yang dicampur dengan kapur dari berbagai persentase dapat dikatakan CBR yang dihasilkan mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Hasil pengujian CBR dalam kondisi *unsoaked* akan mengalami perbaikan dari 11.88% menjadi 22,1 % pada persentase kapur 10%. Begitu pula hasil CBR dalam kondisi *soaked* mengalami peningkatan yang cukup besar, yaitu dari 2,45 % menjadi 7,6 % pada persentase kapur 10 %.

Dengan nilai CBR dalam kondisi *soaked* 7,6 % maka tanah campuran ini dapat dipergunakan sebagai lapisan *subgrade*- nya $> 3\%$. Dari bentuk dapat dikatakan bahwa bentuk regresi yang dihasilkan sudah cukup sesuai karena R^2 yang didapat mendekati 1 dan dapat dikatakan besarnya CBR maksimum meningkat terus dengan bertambahnya kadar kapur dalam campuran.

Hasil pengujian *swelling* menghasilkan penurunan *swelling* yang cukup tinggi. *Swelling* tanah asli sebesar 5,127 %, tetapi begitu tanah dicampur dengan kapur besar

swelling mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase kapur. Penurunan yang terbesar terjadi pada persentase kapur sebesar 12 %, penurunan yang terjadi sebesar $= (5,127 - 1,025) / 5,127 * 100 \% = 80 \%$. Jadi, dapat disimpulkan dengan penambahan akan memperbaiki tanah asli karena memperkecil besarnya *swelling*. Yang berarti mengubah dari tanah yang mempunyai *swelling* tinggi menjadi tanah yang mempunyai *swelling* rendah. Bentuk regresi yang dihasilkan sudah sesuai/baik hal ini dapat dilihat dari besarnya R^2 mendekati 1 (satu).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sifat fisik contoh tanah asli yang diambil pada ruas jalan Susukan–Kalikayen, mempunyai persentase sifat berikut, yaitu batas cair (LL) : 57,95 %, indeks plastisitas (PI) : 33,47 %, Batas Plastis (PL) : 24,48 %, batas susut : 18,52 %, dan lolos saringan No. 200 : 60,75 %. Data tersebut, menurut *Chen (1975)* digolongkan sebagai lempung dengan potensi pengembangan tinggi, dan menurut pusat penelitian dan pengembangan Teknologi Prasarana Jalan (2000) menunjukkan korelasi potensi pengembangan tinggi, sedangkan menurut *Atterberg (1911)* tingkat plastisitas tanah digolongkan sebagai lempung sangat plastis.

Berdasarkan hasil pengujian mekanis dengan metode standar tanah asli mempunyai data berikut, yaitu kadar air optimum : 24 %, kepadatan maksimum : 1,485 %, CBR *unsoaked* : 11,8 %, CBR *soaked* : 2,45 %, dan *swelling* : 5,127 %. Dari data pengujian mekanis tersebut dapat dikatakan bahwa tanah mempunyai kepadatan, CBR rendah, sehingga tidak dapat dipergunakan untuk bahan *subgrade* jalan karena CBR-nya < 3.0 %. Untuk itu, apabila ingin dipergunakan untuk konstruksi sebagai *subgrade* tanah harus diberi perlakuan yaitu stabilisasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tanah asli merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi, tingkat pengembangan tinggi serta potensi *swelling* tinggi, sehingga kurang baik bila dipergunakan secara langsung untuk konstruksi *subgrade* jalan.

Tanah asli dicampur dengan kapur dengan berbagai prosentase (5, 8, 10, 12 %), lama pemeraman 0 hari dan pegujian dilakukan dengan metode *Standard Proctor*. Berdasarkan pengujian sifat-sifat mekanik tanah campuran dengan metode tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

- CBR keadaan *unsoaked* mengalami kenaikan dengan bertambahnya persentase kapur dalam campuran sampai pada persentase 10 %, dari 11,8 % menjadi 22,1 %, tetapi pada persentase kapur 12% CBR turun sedikit menjadi 22,0 %. Hubungan antara prosentase kapur dengan CBR keadaan *unsoaked* adalah $y = 0,0437 X^2 + 0,4587 X + 11,402$.
- CBR keadaan *soaked* mengalami kenaikan dengan bertambahnya persentase kapur dalam campuran sampai pada persentase 10 %, dari 2,45 % menjadi 7,6 %, tetapi pada persentase kapur 12% CBR turun sedikit menjadi 7,58 %. Hubungan antara prosentase kapur dengan CBR keadaan *soaked* adalah $y = 0,0242 X^2 + 0,187 X + 2,3471$
- Besarnya *swelling* mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase kapur dengan kata lain semakin banyak prosentase kapur semakin kecil *swelling* yang terjadi. Hubungan antara persentase kapur dengan *swelling* adalah $y = -0,0109 X^2 - 0,2469 X + 5,2528$

Berdasarkan hasil pengujian pengujian sifat fisik dan mekanis dari campuran tanpa pemeraman kepadatan kering (γ_d), CBR keadaan *unsoaked* dan *soaked* terbesar dicapai pada prosentase kapur 10%, maka dapat diambil kesimpulan bahwa yang paling baik untuk stabilisasi tanah lempung adalah dengan penambahan kapur 10 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Polines, UP2M Polines, Kalab Material Jurusan Sipil, serta rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Satrio.1998. *Kapur Argojati dalam Stabilisasi Tanah*. Tesis Program Sistem dan Teknik Jalan Raya. ITB. Bandung.
- Chen, F.H, 1975. *Founddation on Expansive Soil*. New York: Elsevier Science Publishing Company.
- Lashari, 2000. *Pengaruh Campuran Kapur dan Bubuk Bata Merah pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan*. Tesis UGM Yogyakarta.
- Suryolelono, K.B, 1999. "Potensi Variasi Campuran Abu sekam Padi dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung" *Jurnal Teknik*, Volume VI, No.3, Desember.
- Warsiti, 1998. *Perbaikan Tanah Lempung dengan Kapur dari Daerah Sendang Mulyo Semarang: Laporan penelitian*. Semarang. Politeknik Negeri semarang.
- Wiqoyah,Q, 2002. *Campuran Kapur dan Tras Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Hitam untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan*. Naskah Seminar Hasil Penelitian Tesis S-2, Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Ilmu-ilmu Teknik, Program Pascasarjana UGM. Yogyakarta.